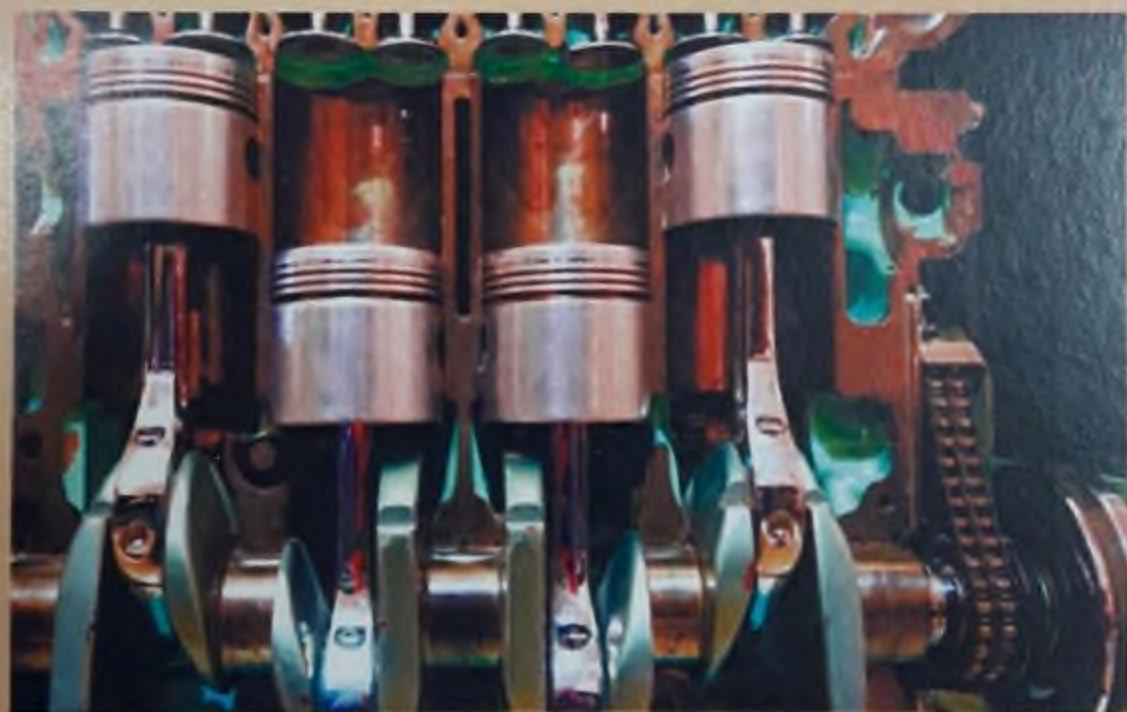


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Журавель Д.П., Новік О.Ю., Бондар А.М., Паніна В.В.

ТРИБОТЕХНІКА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ «МАГІСТР»
СПЕЦІАЛЬНОСТІ 133 – «ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ»
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ



Мелтополь, 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Журавель Д.П., Новік О.Ю., Бондар А.М., Паніна В.В.

ТРИБОТЕХНІКА

Методичні вказівки до самостійної роботи
для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр»
спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування»
з навчальної дисципліни

2019

УДК620. 179. 621. 112
Т 67

Автори: Журавель Д.П., Новік О.Ю., Бондар А.М., Паніна В.В.

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради механіко-технологічного факультету Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного

Рецензенти:

К.О. Самойчук – д.т.н., доцент, в.о. зав. кафедри обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф.Ю. Ялпачика, Таврійський державний агротехнологічний університет;

В.В. Черкун – к.т.н., доцент кафедри технології конструкційних матеріалів, Таврійський державний агротехнологічний університет.

Журавель Д.П.

Триботехніка: методичні вказівки до самостійної роботи / Д.П.Журавель, О.Ю. Новік, А.М. Бондар, В.В. Паніна. – Мелітополь: ФОП «Верескун В.М.», 2019. – 116 с.

У методичних вказівках наведено мету і завдання дисципліни «Триботехніка» та складові самостійної роботи. Розглянуто основні закони тертя та зносу матеріалів, закономірності взаємодії поверхонь тертя та режими мащення, принципи вибору матеріалів в трибосистемі з урахуванням максимального ресурсу на етапі проектування та експлуатації машин та обладнання. Методологію визначення втрат на тертя, коефіцієнт тертя в реальних конструкціях трибосистем при проектуванні нових зразків техніки, методику оцінки швидкості зношення та розрахунку ресурсу трибосистем, конструкції вузлів тертя та методику вибору мастильних матеріалів для їх експлуатації з метою подальшої розробки технологічних процесів дефектації та поточного ремонту техніки.

© Д.П. Журавель, О.Ю. Новік,
А.М. Бондар, В.В. Паніна, 2019

ЗМІСТ

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	4
Лабораторна робота №1.....	5
Лабораторна робота №2.....	9
Лабораторна робота №3.....	12
Лабораторна робота №4.....	15
Лабораторна робота №5.....	22
Лабораторна робота №6.....	31
Лабораторна робота №7.....	40
Лабораторна робота №8.....	44
Лабораторна робота №9.....	51
Лабораторна робота №10.....	64
Лабораторна робота №11.....	72
Лабораторна робота №12.....	76
Лабораторна робота №13.....	85
Лабораторна робота №14.....	97
Лабораторна робота №15.....	104

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МЕТОЮ дисципліни «Триботехніка» є вивчення загальних питань тертя, зношування й змашування трибоспрямижень машин та обладнання; придбання теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для надійної експлуатації техніки, встановлення причин зношування і шляхи підвищення їх зносостійкості.

ЗАВДАННЯМ дисципліни є вивчення основних трибологічних закономірностей для вирішення конкретних конструкторських, технологічних і експлуатаційних завдань, пов'язаних з тертям, зношуванням і змащенням вузлів машин і механізмів, а також цілеспрямований вибір матеріалів з необхідними фізико-механічними властивостями з врахуванням їх умов експлуатації.

В результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен.

ЗНАТИ: основні закони тертя та зносу матеріалів; закономірності взаємодії поверхонь тертя та режими мащення; принцип вибору матеріалів в трибосистемі з урахуванням максимального ресурсу на етапі проектування та експлуатації машин та обладнання.

ВМІТИ: визначати втрати на тертя, коефіцієнт тертя в реальних конструкціях трибосистем при проектуванні нових зразків техніки; визначати швидкість зношення та розраховувати ресурс трибосистем; аналізувати конструкції вузлів тертя та здійснювати вибір мастильних матеріалів для їх експлуатації; розробляти технологічні процеси дефектації та поточного ремонту техніки.

Самостійна робота студентів полягає в опрацюванні матеріалу лекцій, а також в підготовці до виконання та захисту лабораторних робіт. Далі наведено питання для письмової та усної самостійної підготовки до лабораторних робіт.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТИ №1

ТЕМА: ВИЗНАЧЕННЯ РЕСУРСУ ТРИБОСПРЯЖЕНЬ

МЕТА РОБОТИ: Навчитися виконувати розрахунки повного та залишкового технічного ресурсу, допустимого зносу деталей та їх з'єднання методом індивідуального прогнозування.

1. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

В процесі підготовки до лабораторної роботи студент вивчає основні визначення і поняття, які характеризують стан деталей та з'єднання, а також показники довговічності. Необхідно ознайомитися з методами розрахунку повного, прогнозування залишкового технічного ресурсу деталей та з'єднання, а також встановлення допустимого зносу (розмірів) деталей та їх з'єднань.

В результаті виконання роботи студент повинен:

ЗНАТИ: Методи розрахунків повного технічного ресурсу, а також прогнозування залишкового ресурсу з'єднання та його деталей і допустимого зносу (розмірів).

ВМІТИ: На основі даних про величину початкового розміру (зазору), зносу деталей та напрацювання до вимірювань визначити середні швидкості зношування деталей, розрахувати повний і залишковий ресурс деталей та з'єднань; визначити довірчу ймовірність та довірчі інтервали ресурсів.

ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Дайте визначення: технічний ресурс та строк служби.
2. Що таке доремонтний, міжремонтний, повний та залишковий технічний ресурс (строк служби)?
3. Дайте визначення граничного стану технічного об'єкту, або його елементу.

4. Які критерії встановлення граничного стану?
5. Що таке швидкість зношування деталі (з'єднання) та від чого вона залежить?
6. Дайте визначення допустимого зносу (розміру) деталі та допустимого зазору в з'єднанні.
7. Як змінюється величина допустимих розмірів деталей при збільшенні або зменшенні міжремонтного технічного ресурсу.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Надійність сільськогосподарської техніки. С.Г.Гранкін, В.С.Малахов, М.І.Черновол, В.Ю.Черкун; за редакцією В.Ю.Черкуна – К.:Урожай, 1998 – 208 с: іл.
2. Ермолов Л.С., Кряжков В.М., Черкун В.Е. Основы надежности сельскохозяйственной техники – М.: Колос, 1982 – 149 с.
3. Технічні умови на дефектацію деталей та з'єднань.

2. ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

В надійності часто застосовують такі терміни як технічний ресурс, строк служби, строк збереженості.

Технічний ресурс (ресурс) - напрацювання об'єкта від початку експлуатації або поновлення її після певного ремонту до переходу в граничний стан; вимірюється в одиницях виміру напрацювання (наробітку).

Строк служби - календарна тривалість від початку експлуатації об'єкта або її поновлення після певного ремонту до переходу в граничний стан; вимірюється у роках.

Ресурс та строк служби мають багато спільного, оскільки характеризуються одним граничним станом, проте і суттєво відрізняються. При одному й тому ж ресурсі може бути різний строк служби залежно від інтенсивності експлуатації об'єкта.

Наприклад, два двигуни з ресурсом 12 тис. мото-годин кожний та інтенсивністю експлуатації відповідно 3 тис. і 6 тис. мото-годин на рік будуть мати: перший - термін служби 4, другий - 2 роки.

Строк збереженості - календарна тривалість зберігання і (або) транспортування об'єкта, протягом (після) якої зберігаються значення заданих показників безвідказності, довговічності та ремонтоздатності в установлених межах; вимірюється у роках або місяцях.

Для кількісної оцінки надійності застосовують одиничні й комплексні показники надійності.

Одиничний показник кількісно характеризує тільки одну властивість надійності об'єкта, тобто цей показник належить до однієї з властивостей, які складають надійність об'єкта (безвідмовність, довговічність, ремонтоздатність чи збереженість). Наприклад, напрацювання на відказ характеризує безвідмовність, а ресурс - довговічність.

Комплексний показник кількісно характеризує одночасно дві або кілька різних властивостей технічного об'єкта, тобто він належить до кількох властивостей надійності об'єкта. Наприклад, комплексним показником надійності є коефіцієнт готовності, який характеризує дві властивості надійності об'єкта - безвідмовність і ремонтоздатність.

Довговічність – властивість об'єкта виконувати потрібні функції до переходу у граничний стан при встановленій системі технічного обслуговування та ремонту.

Довговічність передбачає перерви в експлуатації, пов'язані з технічним обслуговуванням і ремонтом.

Напрацювання – це тривалість або обсяг роботи об'єкта; вимірюється у годинах, мото-годинах, кілометрах пробігу, умовних та фізичних гектарах та ін.

Термін служби – календарна тривалість експлуатації об'єкта від початку чи її поновлення після ремонту до переходу в гравітний стан; вимірюється в роках.

а) відмова від різання - використання тонкого пластичного деформування, що дозволяє одержати більш однорідний мікрорельєф поверхні, чим в процесі різання;

б) ускладнення кінематики в порівнянні з відомими процесами обкатування роликами і шариками, що дозволило інтенсифікувати процес обробки і дало можливість варіювати «рисунок» і управляти розташуванням слідів обробки.

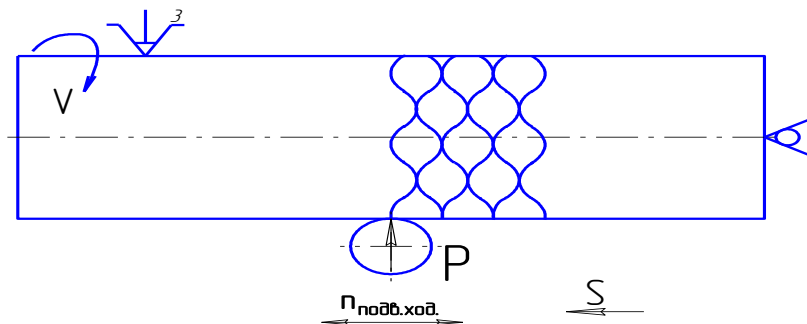


Рис.2. Схема принципова обробки вібронакатуванням

У процесі вібронакатування поверхня деталі обробляється по гвинтовій лінії кулькою що рухається зворотно-поступально (Рисунок 2.). У результаті на поверхні деталі видавлюються канавки певної форми і мікрорельєфу і глибиною в декілька мкм.,

Вібронакатування відрізняється від інших способів обробки відсутністю загострених виступів і як наслідок збільшення площі контакту з поверхнею сполучення деталі при достатній маслоємкості.

Параметри режиму вібронакатування

До параметрів визначальний режим вібронакатування відносяться (Рисунок 3).

n_3 - частота обертання заготовки, хв^{-1} ;

S - подача шарики за один оберт заготовки, мм;
 $n_{\text{подв.ход}}$ - частота подвійних ходів шарики;
 $2l$ - амплітуда осциляції шарики, мм ;
 d_3 - діаметр заготовки, мм;
 $d_{\text{ш}}$ - діаметр шарики мм;
 P - зусилля вдавнення шарики (або алмазного наконечника), Н

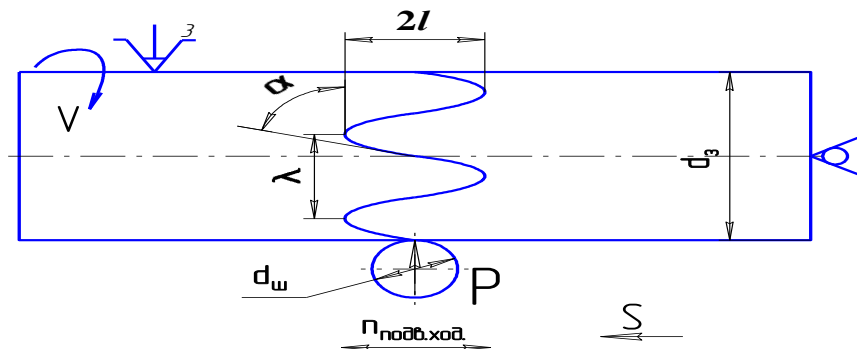


Рис.3. Параметри режиму вібронакатування

Застосування вібраційної обробки деталей

Спосіб вібраційного накатування може мати чотири основних призначення:

- оздоблювальна чистова обробка, що забезпечує утворення оптимального для різних умов експлуатації мікрорельєфу поверхонь деталей.
- зміцнююча обробка, що підвищує втомлену міцність і зносостійкість деталей.
- відновлення розміру деталей.
- утворення заданого декоративного рисунку у вигляді регулярно розташованих на оброблюваній поверхні видавлених канавок.

Ці основні призначення способу віброобробки можуть сполучатися в різних варіантах.

У цей час вібронакатування в більшості випадків застосовується як спосіб оздоблювально-зміцнюючої обробки.

Устаткування для віброобкатування

Устаткування для віброобкатування представляє собою прилад, який встановлюється на супорт токарно-гвинторізного верстата.

Прилад складається з плити на якій змонтовано електродвигун та кронштейн з ексцентриком, кульковою штангою та навантажувальним механізмом.

Обертання вала електродвигуна за допомогою регульованого ексцентрика перетворюється у зворотно-поступальний рух втулки і штанги з кульковою головкою.

При обертанні вала електродвигуна втулка, а разом з нею і штанга з кульковою головкою роблять зворотно-поступальний рух паралельно осі обертання оброблюваної деталі із числом подвійних ходів, рівним частоті обертання двигуна ($n_{\text{дв.х}} = 1400 \text{ хв}^{-1}$) і довжиною ходу, рівної подвійному ексцентриситету ексцентрика.

Величина зусилля тиску регулюється різьбовою пробкою і залежить від співвідношення відстаней між віссю кулі і віссю гвинта і штовхача.

Сутність утворення регулярних мікрорельєфів вібронакатуванням

Оскільки вібронакатування в основному є способом оздоблювально-зміцнюючої обробки, кінематичні і динамічні характеристики цього процесу повинні бути зв'язані, як і при інших

видах чистової обробки, з показниками якості оброблюваних поверхонь.

Виявлення основних кінематичних і динамічних залежностей необхідно для керування цим процесом з метою забезпечення заданих значень геометричних і фізичних параметрів якості поверхні.

Залежно від режиму вібронакатування можна створити поверхні із системою канавок які різняться на чотири основних вид (рисунок. 4.)

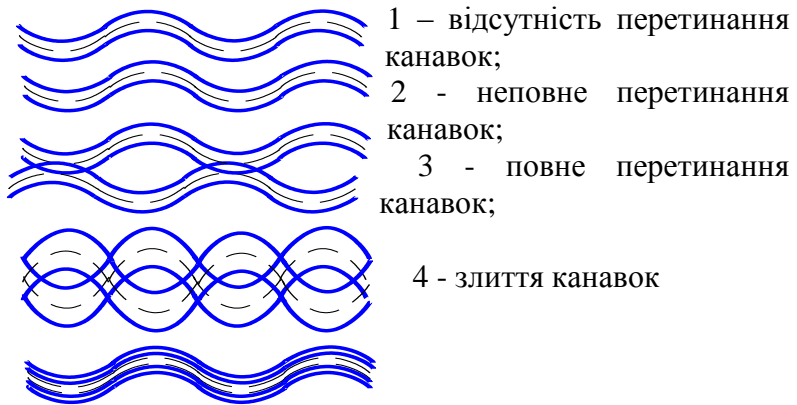


Рис.4. Основні види мікрорельєфу вібронакатаних поверхонь

Вибір того або іншого виду мікрорельєфу вібронакатаної поверхні здійснюється залежно від матеріалу деталей які сполучаються і умов роботи сполучення.

Так, поверхня з мікрорельєфом I виду має високу зносостійкість.

Поверхня II виду має гарну опірність схоплюванню.

III поверхня забезпечує гарну маслоутримуючу здатність.

Мікрорельєф IV виду дає високу герметичність гумово-металевих ущільнень.